

3 P

2004P00052 DE



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2004 002 581 A1 2005 08 04

CT IPS AE Bin

Eingang 19. Aug. 2005

GR

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2004 002 581.9

(22) Anmeldetag: 13.01.2004

(43) Offenlegungstag: 04.08.2005

(51) Int Cl.⁷: H02H 9/06

H01T 2/00, H01T 15/00, H03K 17/79

(71) Anmelder:

Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:

Breuer, Wilfried, 91054 Erlangen, DE; Menke,
Peter, Dr., 96237 Ebersdorf, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

GB 21 46 466 A

US 52 33 498 A

US 51 53 460 A

US 47 03 385

US 41 21 270

Light triggered thyristors, optical fibres and
laser diodes. Marketing News der Fa. Eupec,
D-59581 Warstein, 2000.

Im Internet:

<http://www.hansbuch.dk/nyheder/-elektronikkomponent/pressemeddelelser/-light_trigged.pdf>;

JP 04179086 A (abstract) DOKIDX (online) (rech.
am

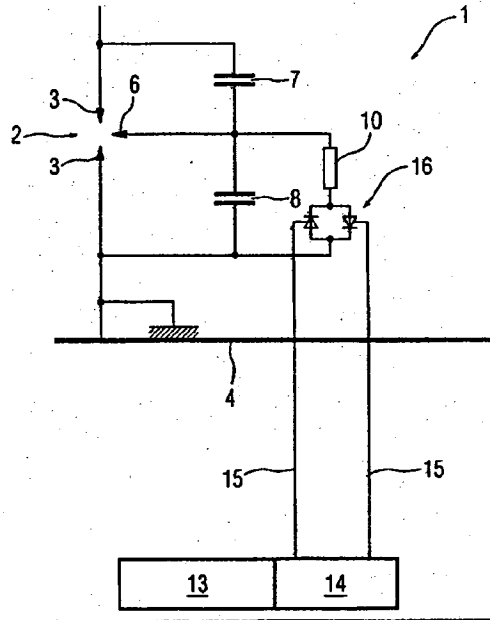
27.10.2004). In: DEPATIS;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: Funkenstrecke mit optisch gezündetem Leistungshalbleiterbauelement

(57) Zusammenfassung: Um einen Überspannungsschutz (1) mit einer Funkenstrecke (2), die zwei einander gegenüberliegende Elektroden (3) aufweist, einem Zündkreis (5) zum Zünden der Funkenstrecke (2) und einer mit einem Schutzgerät (13) verbundenen Lichtquelle auf Erdpotential zur Erzeugung eines Zündlichtes, das mittels wenigstens eines Lichtwellenleiters (15) einer Empfangseinheit des Zündkreises (5) zuführbar ist, wobei sich die Funkenstrecke (2) und der Zündkreis (5) auf einem Hochspannungspotential befinden, bereitzustellen, der zuverlässig und kostengünstig ist, wird vorgeschlagen, dass die Empfangseinheit wenigstens ein Leistungshalbleiterbauelement (16) aufweist, das durch das Zündlicht von einer Sperrstellung, in der ein Stromfluss über das Leistungshalbleiterbauelement (16) unterbrochen ist, in eine Durchlassstellung überführbar ist, in der ein Stromfluss über das Leistungshalbleiterbauelement (16) ermöglicht ist.



Beschreibung

Energie versorgbar.

[0001] Die Erfindung betrifft einen Überspannungsschutz mit einer Funkenstrecke, die einander gegenüberliegende Elektroden aufweist, einem Zündkreis zum Zünden der Funkenstrecke und einer mit einem Schutzgerät verbundenen Lichtquelle auf Erdpotential zur Erzeugung eines Zündlichtes, das mittels wenigstens eines Lichtwellenleiters einer Empfangseinheit des Zündkreises zuführbar ist, wobei sich die Funkenstrecke und der Zündkreis auf einem Hochspannungspotential befinden.

[0002] Ein solcher Überspannungsschutz ist gemäß dem landläufigen Stand der Technik bereits bekannt. Fig. 1 zeigt einen solchen Überspannungsschutz, der eine Hauptfunkenstrecke 2 mit Hauptelektroden 3 aufweist. Die Hauptelektroden sind parallel zu Reihenkontensatoren geschaltet, die an einem Drehstromwechselspannungsnetz auf Hochspannungspotential angeschlossen sind. Durch die Überbrückung mittels der Funkenstrecke wird der Kondensator vor zu hohen Spannungen geschützt. Dabei sind die Reihenkontensatoren oder andere zu schützende elektronische Bauelemente auf einer isoliert aufgestellten Plattform 4 angeordnet, die über säulenförmige, figürlich nicht dargestellte Stützträger an einer sich auf Erdpotential befindlichen Umgebung abgestützt sind. So befindet sich beispielsweise die in Fig. 1 unten gezeichnete Hauptelektrode 3 auf einem Hochspannungspotential, das demjenigen der Plattform 4 entspricht, während die in Fig. 1 oben gezeichnete Hauptelektrode 3 sich auf dem Hochspannungspotential des Drehstromnetzes befindet. Zwischen den Hauptelektroden fällt eine Spannung zwischen etwa 60 kV und 160 kV ab, so dass die auf der Plattform 4 angeordneten Bauteile für diesen Spannungsabfall ausgelegt sind.

[0003] Zum aktiven Zünden der Funkenstrecke 2 ist ein Zündkreis 5 sowie eine Zündelektrode 6 vorgesehen, wobei der Zündkreis 5 einen kapazitiven Spannungsteiler mit einem ersten Kondensator 7 und einem zweiten Kondensator 8 aufweist. Der zweite Kondensator 8 ist durch einen Parallelzweig überbrückbar, in dem eine Auslösefunkenstrecke 9 und in Reihenschaltung zu dieser ein ohmscher Widerstand 10 angeordnet sind. Die Auslösefunkenstrecke 9 kann durch eine Steuerelektronik 11 in ihre Durchlassstellung überführt werden, in der ein Stromfluss über den Parallelzweig und somit eine Überbrückung des zweiten Kondensators 8 ermöglicht ist. Durch die Überbrückung wird die Zündelektrode 6 auf das Potential der unteren Hauptelektrode 3 gelegt, die jedoch räumlich näher an der oberen Hauptelektrode 3 angeordnet ist als die untere Hauptelektrode 3. Es entsteht eine Funkenentladung, die auf die untere Hauptelektrode 3 überspringt. Die Steuerelektronik 11 ist über eine Energieversorgung 12 mit der zum Auslösen der Auslösefunkenstrecke 9 notwendigen

[0004] Die Zündung der Auslösefunkenstrecke 9 erfolgt aktiv. Dabei überwacht ein Schutzgerät 13 elektrische Messgrößen des Drehstromnetzes wie den Wechselstrom jeder Phase des Drehstromnetzes und/oder die an den elektronischen Bauteilen auf der Plattform 4 abfallende Spannung. Liegen Auslösebedingungen, wie beispielsweise das Überschreiten einer Schwellenspannung an dem Bauteil vor, erzeugt das Schutzgerät 13 ein Auslösesignal, das an einen Halbleiterlaser 14 übertragen wird, der daraufhin ein optisches Auslösesignal erzeugt, das über einen Lichtwellenleiter 15 der Steuerelektronik 11 als Empfangseinheit zugeführt wird. Bei Empfang eines optischen Auslösesignals oder mit anderen Worten eines Zündlichtes bewirkt die Steuerelektronik eine elektrische Auslösung der Funkenstrecke 2.

[0005] Das Schutzgerät 13 sowie der Halbleiterlaser 14 befinden sich auf einem Erdpotential, so dass deren Zugang und Wartung im Bedarfsfall vereinfacht ist. Durch den Lichtwellenleiter 15 ist eine sichere Führung des Zündlichtes ermöglicht, wobei gleichzeitig die Isolierung zwischen der sich auf Hochspannungspotential befindlichen Plattform 4 und den sich auf Erdpotential befindlichen Bauteilen 13 und 14 des Überspannungsschutzes 1 erhalten bleibt.

[0006] Insbesondere aufgrund der notwendigen Elektronik mit Energieversorgung auf der Plattform 4 ist der vorbekannte Überspannungsschutz kostenintensiv und in seiner Wartung aufwändig.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Überspannungsschutz der eingangs genannten Art bereitzustellen, der zuverlässig und kostengünstig ist.

[0008] Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, dass die Empfangseinheit wenigstens ein Leistungshalbleiterbauelement aufweist, das durch das Zündlicht von einer Sperrstellung, in der ein Stromfluss über das Leistungshalbleiterbauelement unterbrochen ist, in eine Durchlassstellung überführbar ist, in der ein Stromfluss über das Leistungshalbleiterbauelement ermöglicht ist.

[0009] Erfindungsgemäß ist die Ansteuerung des Überspannungsschutzes vereinfacht. Statt das Zündlicht einem optoelektrischen Wandler, beispielsweise einer Diode, zuzuführen, die in Abhängigkeit der empfangenen Lichtintensität ein elektrisches Auslösesignal erzeugt, wird das Zündlicht unmittelbar einem optisch zündbaren Leistungshalbleiterbauelement zugeführt, das durch das Zünden einen Stromfluss ermöglicht. Auf diese Weise ist beispielsweise in einem Stromzweig für eine kurze Zeitdauer ein Stromfluss ermöglicht, der in beliebigen Verschaltungen zum Zünden der Funkenstrecke eingesetzt werden kann. Im Gegensatz zum Stand der Technik

benötigen die Leistungshalbleiterbauelemente keine wartungsanfällige Energieversorgung auf einem Hochspannungspotential, so dass der erfindungsgemäße Überspannungsschutz hinsichtlich seiner Kosten und Zuverlässigkeit hervorsticht.

[0010] Vorteilhafterweise sind die Halbleiterbauelemente als gegenseitig geschaltete und optisch zündbare Thyristoren ausgestaltet. Thyristoren können aktiv nur von ihrer Sperrstellung in die Durchlassstellung überführt werden. Der umgekehrte Vorgang erfolgt passiv. Bei einem Stromnulldurchgang eines über den Thyristor fließenden Wechselstromes, unterschreitet der Wechselstrom den Haltestrom des Leistungsschalterbauelementes, so dass dieses wieder in seine Sperrstellung überführt wird. Zur Erhöhung der Spannungsfestigkeit können auch mehrere Thyristoren in Reihe geschaltet sein.

[0011] Gemäß einer diesbezüglich zweckmäßigen Weiterentwicklung sind weitere Lichtwellenleiter vorgesehen, so dass jeder Thyristor über einen eigenen Lichtwellenleiter mit Zündlicht versorgbar ist. Zur Einspeisung des Zündlichtes in die weiteren Lichtwellenleiter ist beispielsweise eine entsprechende Anzahl weiterer Lichtquellen vorgesehen, die jeweils mit einem zugeordneten Lichtwellenleiter verbunden sind. Abweichend hiervon ist es möglich, einen oder mehrere optische Koppler zu verwenden, um das Zündlicht einer einzigen Lichtquelle nach Bedarf auf die vorhandenen Lichtwellenleiter zu verteilen. Optische Koppler sind gemäß dem Stand der Technik bekannt, so dass auf deren Wirkungsweise an dieser Stelle nicht näher eingegangen zu werden braucht.

[0012] Vorteilhafterweise weist der Zündkreis einen kapazitiven Spannungsteiler auf, der über einen Kondensator verfügt, welcher mittels des Leistungshalbleiterbauelements überbrückbar ist. Durch das Überbrücken eines der Kondensatoren des Spannungsteilers ist beispielsweise ein Stromstoß erzeugbar, so dass über eine Spule ein Spannungsimpuls in einer Zündspule erzeugbar ist, die ein Auslösen der Funkenstrecke bewirkt.

[0013] Abweichend hiervon ist der Zündkreis mit einer Zündelektrode verbunden, deren Abstand zu einer ersten Elektrode der Funkenstrecke geringer ist als der Abstand zwischen einer ersten Elektrode und der ihr gegenüberliegenden zweiten Elektrode, wobei die Zündelektrode mittels des Zündkreises mit dem elektrischen Potential der zweiten Elektrode beaufschlagbar ist.

[0014] Bei einer zweckmäßigen Variante weist die Funkenstrecke wenigstens zwei Paare von einander gegenüberliegenden Elektroden auf, die in Reihenschaltung zueinander angeordnet sind, wobei der überbrückbare Kondensator parallel zu einem Paar der einander gegenüberliegenden Elektroden ge-

schaltet ist. Mit anderen Worten ist die Funkenstrecke aus zwei oder mehreren Teilfunkenstrecken zusammengesetzt. Nach der Überbrückung des Kondensators fällt die zuvor an allen Teilfunkenstrecken abfallende Spannung nunmehr an den Teilfunkenstrecken ab, die nicht überbrückt sind. Aufgrund des dadurch erhöhten Spannungsabfalls an den nicht überbrückten Teilfunkenstrecken tritt an diesen Teilfunkenstrecken eine Funkenentladung auf. Nach Übergang des Halbleiterbauelementes in seine Sperrstellung fällt auch an der oder den parallel zum Kondensator geschalteten Teilfunkenstrecken eine erhöhte Spannung ab, die auch hier eine Funkenentladung hervorruft.

[0015] Im Rahmen der Erfindung ist es weiterhin möglich, dass durch das Leistungshalbleiterbauelement eine Hilfsfunkenstrecke gezündet wird, die Teil des Zündkreises ist, wobei durch das Zünden der Hilfsfunkenstrecke die Funkenstrecke gezündet wird, die parallel zu dem zu schützenden Bauteil geschaltet ist. Im Bedarfsfall umfasst der Zündkreis mehrere Hilfsfunkenstrecken die zueinander in Reihe geschaltet sind, um die Spannungsfestigkeit des Zündkreises zu erhöhen. Hierbei kann es – wie zuvor beschrieben – ausreichend sein, lediglich eine Hilfsfunkenstrecke durch die Leistungshalbleiterbauelemente zu überbrücken.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Weiterentwicklung der Erfindung sind die Funkenstrecke und der Zündkreis auf einer mittels Stützer isoliert getragenen Plattform angeordnet, die zum Tragen von Bauteilen eingerichtet ist, die zur Verbesserung der Leistungsübertragung in einem Wechselspannung führenden Energieverteilungsnetz vorgesehen sind. Solche Bauteile sind beispielsweise Kondensatoren oder Spulen, die zur Kompensation von Blindleistung dienen und entweder in Reihe oder parallel in das Drehstromnetz geschaltet sind. Auf diese Weise können übergroße Abstände zwischen sich auf einem Hochspannungspotential befindlichen Klemmen der Bauteile und Klemmen auf Erdpotential vermieden werden. Durch Parallelschaltung mit dem Überspannungsschutz können die Bauteile vor Überspannungen geschützt werden.

[0017] Erfindungsgemäß ist die Lichtquelle beispielsweise ein zweckmäßiger Laser. Der Laser kann in unmittelbarer Nachbarschaft der Steuerungseinheit angeordnet sein, wobei die Laserpulse zum Auslösen des Überspannungsschutzes über den nicht leitenden Lichtwellenleiter zur Plattform sendet und dort von dem Leistungshalbleiterbauelement empfangen werden, wodurch eine Zündung der Funkenstrecke und somit der Schutz des gewünschten Bauteils auf der Plattform bereitgestellt ist. Als Laser eignet sich beispielsweise ein Halbleiterlaser, dessen Laserpulse über ein Koppellement in den oder die Lichtwellenleiter einkoppelbar ist. Abweichend hier-

von ist es jedoch auch möglich, dass in dem oder den Lichtwellenleitern ein Faserlaser integriert ist, der über einen Halbleiterlaser gepumpt wird. Dabei ist der Halbleiterlaser mit einem Schutzgerät verbunden, welches wiederum von Messgebern mit elektrischen Messgrößen versorgt ist, die beispielsweise die an einem Bauteil abfallende Spannung messen, zu dessen Schutz der Überspannungsschutz vorgesehen ist. So handelt es sich bei dem Bauteil beispielsweise um einen auf einer Plattform angeordneten Kondensator, der in Reihe in eine Phase eines Drehstromnetzes geschaltet ist. Die von dem Messgeber erzeugten Messwerte werden abgetastet und digitalisiert, wobei das Schutzgerät über eine in ihr implementierte Logik die aus den Messwerten abgeleiteten digitalen Spannungswerte mit Auslösebedingungen vergleicht und bei Vorliegen einer Auslösebedingung ein Auslösesignal erzeugt, das den Halbleiterlaser zum Aussenden eines Laserpulses veranlasst.

[0018] Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung unter Bezug auf die Figuren der Zeichnung, wobei

[0019] Fig. 1 einen vorbekannten Überspannungsschutz gemäß dem Stand der Technik,

[0020] Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Überspannungsschutzes in schematischer Darstellung, und

[0021] Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Überspannungsschutzes in schematischer Darstellung zeigen.

[0022] Fig. 1 zeigt einen Überspannungsschutz gemäß dem Stand der Technik, der bereits zuvor beschrieben wurde.

[0023] Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Überspannungsschutzes 1, der zum Schutz eines figürlich nicht dargestellten Bauteils – wie beispielsweise eines Hochspannungskondensators – vorgesehen ist, wobei der Hochspannungskondensator in Reihe in ein Hochspannungsdrehstromnetz geschaltet ist. Wie bereits im Zusammenhang mit Fig. 1 beschrieben wurde, liegen die auf der Plattform 4 angeordneten elektrischen Bauteile auf einem Hochspannungspotential, dessen Spannungsabfall gegenüber den jeweiligen Phasen des Drehstromnetzes im Mittelspannungsbereich liegt. Auf diese Weise sind übergroße Abstände zum Herbeiführen der notwendigen Spannungsfertigkeiten vermieden. Der Überspannungsschutz ist in Parallelschaltung zum zu schützenden Bauteil angeordnet.

[0024] Wie der Überspannungsschutz gemäß Fig. 1 wird der Überspannungsschutz 1 gemäß Fig. 2 aktiv gezündet, wobei an dem zu schützenden Bauteil abfallende Spannungswerte dem Schutzgerät 13 zugeführt werden, das diese auf das Vorliegen einer Auslösebedingung überprüft. Überschreitet die an dem zu schützenden Bauteil abfallende Spannung beispielsweise einen maximalen Schwellenwert, erzeugt das Schutzgerät einen elektrischen Auslösepuls zum Auslösen des Lasers 14, der daraufhin einen Lichtpuls als Zündlicht erzeugt, das in den Lichtwellenleiter 15 einkoppelbar ist. Der elektrisch nicht leitende Lichtwellenleiter 15 ist an seinem vom Laser 14 abgewandten Ende mit einem Thyristor 16 verbunden, der nach Erhalt eines Zündpulses über den Lichtwellenleiter 15 von einer Sperrstellung, in der ein Stromfluss durch den Thyristor 16 unterbrochen ist, in seine Durchlassstellung überführt wird, in der ein Stromfluss in einer Richtung ermöglicht ist.

[0025] Der gezeigte Überspannungsschutz 1 ist für Wechselströme vorgesehen, so dass zum Bereitstellen eines Durchlasses unterschiedlich gepolter Ströme zwei gegensinnig geschaltete Thyristoren 16 parallel zueinander geschaltet sind. Auch der zweite Thyristor 16 ist mit einem Lichtwellenleiter 15 gekoppelt, der zum Laser 14 geführt ist. Dabei ist der Laser 14 mit Mitteln ausgerüstet, die je nach Steuerungssignal seitens des Schutzgerätes 13 das Zündlicht in den einen oder anderen Lichtwellenleiter 15 einkoppeln.

[0026] Befindet sich einer der Thyristoren 16 in seiner Durchlassstellung, wird die Zündeflektrode 6, deren Abstand zur in Fig. 2 oberen Hauptelektrode 3 geringer ist als der Abstand der unteren Hauptelektrode 3 zur oberen Hauptelektrode, auf das Potential der unteren Hauptelektrode geschaltet. Aufgrund der Abstandsverringerng kommt es zum Durchbruch zwischen der oberen Hauptelektrode 3 und der Zündeflektrode 6, wobei der Zündfunke von der oberen Hauptelektrode auf die untere Hauptelektrode überspringt, sobald sich beide Thyristoren 16 wieder in ihrer Sperrstellung befinden. Dies tritt bei einem Stromnulldurchgang des Wechselstromes ein.

[0027] Fig. 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Überspannungsschutzes 1 in schematischer Darstellung. Die Funkenstrecke 2 besteht hier aus zwei Teilfunkenstrecken 17, die jeweils ein Paar einander gegenüberliegender Elektroden 3 aufweisen. Die Teilfunkenstrecken 17 sind in einer Reihenschaltung angeordnet und jeweils parallel zu einem Kondensator 7, 8 geschaltet. Bei Überbrückung des Kondensators 8 durch Zünden der Thyristoren 16 fällt die Gesamtspannung an der in Fig. 3 oberen Teilfunkenstrecke 17 ab, deren Elektroden einen zum Halten der Gesamtspannung unzureichenden Abstand aufweisen. Es entsteht ein Zündfunke. Nach Überführen der Thyristoren 16 in ihre Sperrstel-

lung fällt die Gesamtspannung an der in **Fig. 3** unten gezeichneten Teilfunkenstrecke 17 ab, die daraufhin ebenfalls zündet. Jeder der Teilfunkenstrecken weist ein eigenes gasdichtes Gehäuse 18 auf.

[0028] Durch die Reihenschaltung von Teilfunkenstrecken 17 kann die Funkenstrecke 2 insgesamt für höhere Spannungen ausgelegt werden, ohne Nachteile hinsichtlich ihrer Steuerungsmöglichkeiten hinnehmen zu müssen. So ist die in **Fig. 3** gezeigte Funkenstrecke für Spannungen im Bereich zwischen 160 kV und 300 kV ausgelegt. Der in **Fig. 2** gezeigte Überspannungsschutz ist hingegen vorteilhaft für Spannungen im Bereich zwischen 60 kV und 160 kV verwendbar.

Patentansprüche

1. Überspannungsschutz (1) mit einer Funkenstrecke (2), die einander gegenüberliegende Elektroden (3) aufweist, einem Zündkreis (5) zum Zünden der Funkenstrecke (2) und einer mit einem Schutzgerät (13) verbundenen Lichtquelle (14) auf Erdpotential zur Erzeugung eines Zündlichtes, das mittels wenigstens eines Lichtwellenleiters (15) einer Empfangseinheit des Zündkreises zuführbar ist, wobei sich die Funkenstrecke (2) und der Zündkreis (5) auf einem Hochspannungspotential befinden, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Empfangseinheit wenigstens ein Leistungshalbleiterbauelement (16) aufweist, das durch das Zündlicht von einer Sperrstellung, in der ein Stromfluss über das Leistungshalbleiterbauelement (16) unterbrochen ist, in eine Durchlassstellung überführbar ist, in der ein Stromfluss über das Leistungshalbleiterbauelement (16) ermöglicht ist.

2. Überspannungsschutz (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leistungshalbleiterbauelemente als gegensinnig geschaltete und optisch zündbare Thyristoren (16) realisiert sind.

3. Überspannungsschutz (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Zündkreis (5) einen kapazitiven Spannungsteiler (7, 8) aufweist, der über einen Kondensator (8) verfügt, der mittels der Leistungshalbleiterbauelemente (16) überbrückbar ist.

4. Überspannungsschutz (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zündkreis (5) mit einer Zündelektrode (6) verbunden ist, deren Abstand zu einer ersten Elektrode (3) der Funkenstrecke (2) geringer ist als der Abstand zwischen der ersten Elektrode (3) und einer ihr gegenüberliegenden zweiten Elektrode (3), wobei die Zündelektrode (6) mittels des Zündkreises (5) mit dem elektrischen Potential der zweiten Elektrode (3) beaufschlagbar ist.

5. Überspannungsschutz (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Funkenstrecke (2) wenigstens zwei Paare von einander gegenüberliegenden Elektroden (3) aufweist, die in Reihenschaltung zueinander angeordnet sind, wobei der überbrückbare Kondensator (8) parallel zu einem Paar der einander gegenüberliegenden Elektroden (3) geschaltet ist.

6. Überspannungsschutz (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Funkenstrecke (2) und der Zündkreis (5) auf einer mittels Stützer isoliert getragenen Plattform (4) angeordnet sind, die zum Tragen von Bauteilen eingerichtet ist, die zur Verbesserung der Leistungsübertragung eines Energieverteilungsnetzes vorgesehen sind.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1
(Stand der Technik)

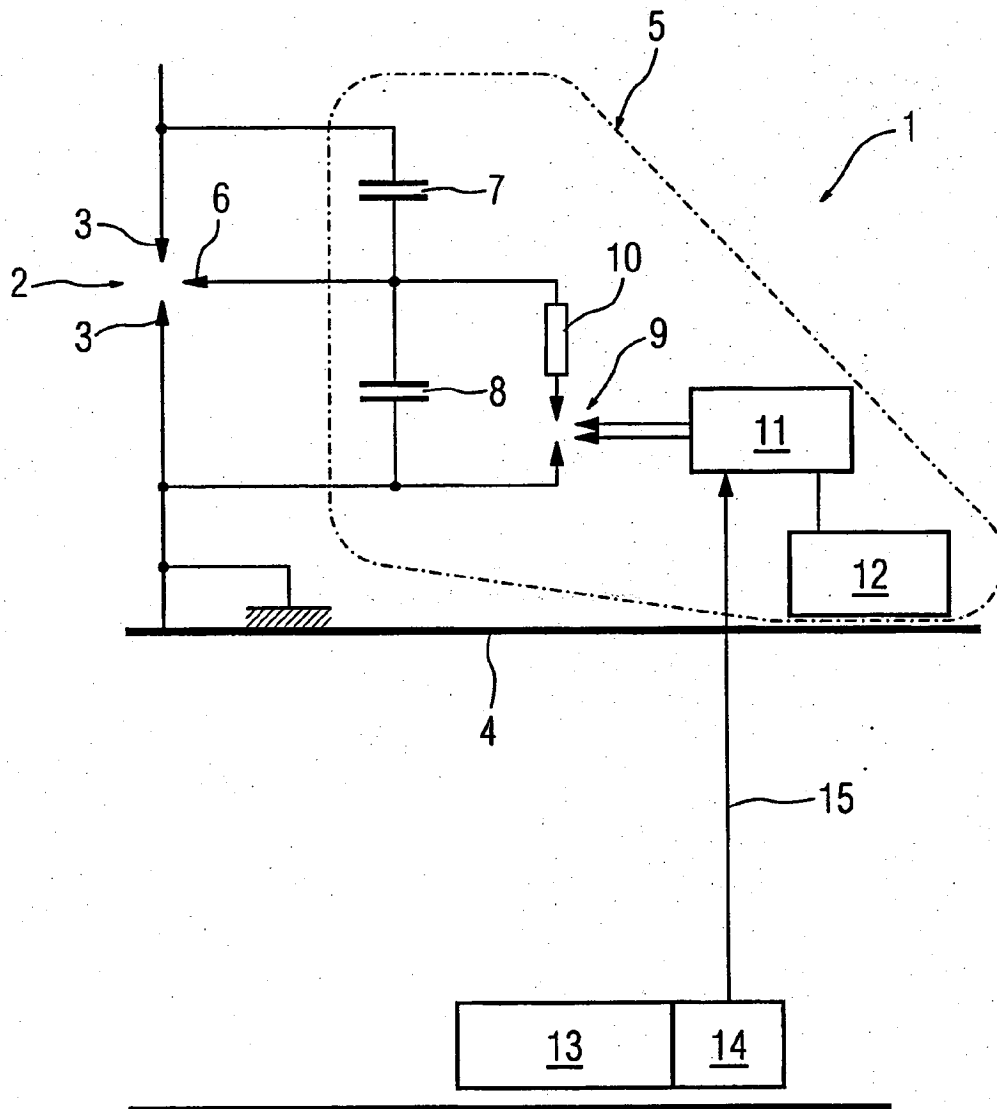


FIG 2

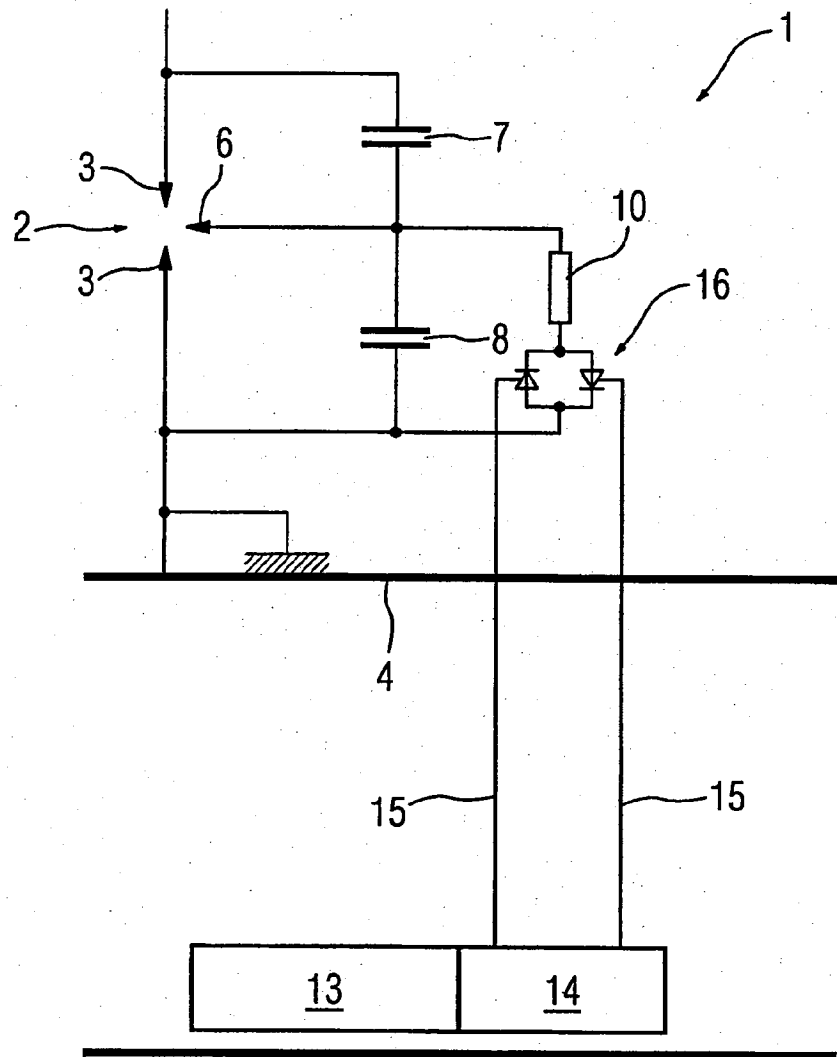


FIG 3

